

爆発後ガスの研究 (第二報)

(昭和 28 年 4 月 16 日受理)

石 本 威

(旭化成延岡工場)

I 前 言

第一報に於て本研究に關する装置並びに分析法を述べ、又かかる方法で測定した代表的爆薬の分析値を掲げて置いた。而して後ガス中の有毒成分の主なるものは一酸化炭素であるとし、その発生は本実験に於けるが如き装置にては包装材料に依ること少からぬ事を指摘した。

第二報に於てはこの点に就き更に実験を進め、その後酸化窒素の分析値を発表する。本実験は第二報を以て一応打切ることとする。

II 実験方法

薬 種 包装材料	新 桐				硝 ダ イ				硝 爆			
	有		無		有		無		有		無	
ガス量 (l)	40.0	42.3	24.7	24.3	25.1	21.6	16.9	16.1	26.4	29.1	17.6	16.7
CO %	21.2	19.6	3.9	1.7	16.3	14.2	0.9	1.2	16.5	15.0	1.1	0.9
CO ₂ %	18.7	20.8	36.5	38.1	19.5	19.1	31.0	33.6	16.9	17.4	30.2	31.0
O ₂ %	0.3	0.6	0.7	0.3	0.5	0.4	1.7	0.3	0.4	0.9	0.6	0.4
CmHn %	1.3	0.2	0.0	0.0	3.3	10.4	0.0	0.1	6.4	4.1	0.0	0.0

上表より明らかな点を列挙すれば、

(i) 包装材料特にパラフィンを用いた場合は発生ガス量、CO%及びCmHn%がごとごとく増加し、COに就いては爆薬のみの場合各薬種を通じて1~4%位あつたが、パラフィンの存在により14~21%位に増加する。之は第一報に示した結果と同じであるが、減圧の場合は一層その差が顕著である。

(ii) 新桐に比し食塩を含む硝爆、硝ダイはCOの発生量が少い。

(iii) 硝爆は斯る減圧下の爆発に於ては酸化窒素の発生する事が多い。之は硝安の爆発状況が特に異なる為と思われる。

(iv) 空気のある場合に比べ減圧下に於ては酸素が減る為、二次燃焼によりCOがCO₂となる事、及びCが更にCOになる事によつて起る可きCO発生量の増減がある筈であるが、之に就いては使用爆薬量も前回と異なり、爆発状況も違うようであるので明らかで

第一報と異なる処は無い。従つて空中とはボンブ中に爆薬をそのまま吊した場合を云い、密閉とは二重の鉄管中に試料を詰めたものをボンブ中に吊した場合を意味する。

III 実験結果及びその考察

(1) 減圧下の空中爆発後ガス

本実験はボンブ中の酸素を除き、一酸化炭素等の二次燃焼を少くする心算で行つた。爆薬は試料の採取に便な為前回の実験の倍量即ち60gを用い、包装材料も紙3g、パラフィン6gで倍量使用している。紙は新桐も硫酸紙を用いないで粉状爆薬用紙を使用し条件を一定にした。

ない。

(2) 難燃処理を施せる爆薬包装用紙を用いた場合の一酸化炭素の変化

爆薬包装用紙が爆発の際燃焼し、一酸化炭素発生の原因となるものであれば、之を難燃処理したものをを用いば分析値に変化がある筈である。そこで磷酸アンモン及び食塩水に浸漬乾燥した難燃性用紙にて包装し、未処理の紙を用いた場合と比較した。

包装材料	磷酸アンモン 処理紙1.5g及 パラフィン30g			磷酸アンモン 処理紙 1.5 g		
	新桐	硝 ダイ	硝爆	新桐	硝 ダイ	硝爆
薬 種						
ガス量 (l)	18.7	15.5	16.4	8.4	6.9	5.9
CO %	9.2	10.6	7.8	0.3	0.3	0.3
CO ₂ %	18.7	15.4	15.5	20.7	16.4	16.8
O ₂ %	0.3	0.5	0.4	2.7	2.6	3.7
CmHn %	1.0	1.3	1.5	0.0	0.0	0.0

爆薬は前回通り使用した。

包装材料 薬種	食塩処理紙1.5g			未処理紙1.5g		
	新桐	硝ダイ	硝爆	新桐	硝ダイ	硝爆
ガス量 (l)	7.9	5.2	7.5	9.4	5.3	7.9
CO %	0.4	0.6	0.2	0.1	0.5	0.3
CO ₂ %	20.3	13.2	14.9	23.0	13.8	18.0
O ₂ %	2.7	6.8	4.3	1.1	6.5	1.8
CmHn %	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0

(3) 其の他の包装材料を用いた場合の一酸化炭素変化

薬種 包装材料	新桐		硝爆		硝爆			
	ライフアン 0.6g 切込	ライフアン 包装0.6g	ライフアン 0.6g 切込	ライフアン 0.6g 包装	セロファン 1g 切込		セロファン 1g 包装	
ガス量 (l)	10.6	10.4	8.9	7.1	8.4	8.7	7.4	8.7
CO %	2.8	3.5	2.1	1.8	0.6	0.6	1.0	0.6
CO ₂ %	12.4	13.8	8.4	8.0	8.2	9.0	9.0	0.8
O ₂ %	11.4	10.2	12.8	13.3	13.3	13.1	13.1	13.1
CmHn %	0.0	0.2	0.2	0.0	0.3	0.0	0.9	0.0

試料は30g使用し総べて二重鉄管詰としてボンベ中に吊した。切込とは第一報通り細片状として爆薬中に混入したものである。

(4) パラフィン附着量と一酸化炭素発生量
爆薬は総べて硝爆を用いた。

包装材料 爆発条件	パラフィン 6%		パラフィン 10%		パラフィン 20%		パラフィン 6%		パラフィン 10%		パラフィン 20%	
	空中		空中		空中		密閉		密閉		密閉	
ガス量 (l)	12.1	11.0	15	20.9	10.6	9	15.4					
CO %	5.4	4.0	10	13.4	2.6	3	9.0					
CO ₂ %	17.8	17.7	15	11.4	18.6	8	13.6					
O ₂ %	2.4	0.7	1	1.2	1.2	11	0.6					
CmHn %	0.0	0.0	0	0.4	0.0	1	3.2					

爆薬は30g使用しパラフィンの使用%は爆薬に対しての比率である。従つて10%とは本実験中最も多く用いた処の爆薬30gに対するパラフィン3gが相当し、上記表中10%の欄の数字が1%迄であるのは何回かの実験の平均した値である。

(2)(3)及び(4)の結果を総合して考えると大体次の事実が結論づけられる。

(i) 爆薬包装用紙のみによる一酸化炭素の増加は殆ど無く、爆薬のみを等しい条件で爆発させた前回の報告の数字と比較しても一酸化炭素は殆ど変化がない。

(ii) 従つて之を難燃処理してみても一酸化炭素量に変化はない。

(iii) 紙は難燃性であつてもパラフィンが附着すると一酸化炭素の発生量は急激に増加し、第一報中のバ

ラフィンと紙を用いた場合の分析値と同様になる。

(iv) パラフィンの附着量を更に増加すると、一酸化炭素の発生量も又後ガス総量も更に増加する。

(v) 従つてパラフィンをを用いぬライファン、セロファン等の包装材料は一酸化炭素の発生と云う点のみを考えれば良い結果を与える。

(vi) 実際に使用される包装材料の割合は粉状の爆薬に於ては112.5g 当り紙2.5g パラフィン6g程度であり、膠質ダイナマイトに於ては紙2g(中パラフィン約0.3g)程度であるので此の影響は遙かに少ない。

(vii) 相当多量のパラフィンをを用いて弾道振子及鉛壱試験を行つても威力の差は認められぬ。

(5) 膠質用包装紙及前記以外の爆薬を用いた場合の後ガス

薬種 包装材料 条件	新 桐						2号新桐			
	新桐用包装紙 2g			同紙切込	同紙, 包装		2号新桐用包装紙0.7g			
	密閉			密閉	空中		密閉		空中	
ガス量 (l)	10.9	11.0	10.3	11.2	8.5	8.8	10.2	10.2	7.4	7.5
CO %	3.3	1.8	1.2	3.2	0.4	0.2	0.9	1.9	0.4	0.4
CO ₂ %	14.2	18.4	18.2	15.1	19.2	20.4	15.4	14.2	17.0	16.4
O %	9.0	5.9	5.4	8.5	4.4	4.0	8.1	8.1	5.4	5.2
CmHn %	0.0	0.2	0.5	0.0	0.2	0.2	0.4	0.4	0.0	0.0

薬種 包装材料 条件	白 梅						桂	
	白梅用包装紙 0.7g 包装			0.7g 包装			包装紙無し	
	密閉			空中			密閉	空中
ガス量 (l)	8.4	8.2	-	5.9	7.5	5.7	9.3	6.5
CO %	1.4	1.2	2.4	0.6	0.2	0.2	1.4	0.4
CO ₂ %	15.5	17.9	14.0	17.3	22.7	17.3	13.2	12.4
O ₂ %	7.8	7.1	12.0	6.7	2.2	6.2	7.4	6.2
CmHn %	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.4	0.2

此の結果は今迄の他の爆薬の数値と比較して異なる如は一酸化炭素の少いことである。それは云う迄もなく今迄特別に多量のパラフィンを用いて其の影響を顕著に現わさんとした為である。

NO ガスに就いて

後ガス中の有毒成分として一酸化炭素の次に挙げられるものは窒素の酸化物である。勿論量的に遙かに僅少であることは既に多くの研究報告がある。然し乍ら東大山本教授の御意見によれば、酸化窒素中毒と推察される事例はあり、吸入直後余り苦痛を感ぜずして半日位経過後急に窒息死に至ると言う此のガス独特の運動性作用の存在を思い、又爆発後ボンブ中の凝縮水中に溶解している量を考えると、条件に依つては必ずしも看過出来ぬ事を知つて酸化窒素の分析を行つた。

勿論前にも述べたように酸化窒素若しくは過酸化窒素の中毒に於ても一酸化炭素の毒性が一層之を強めている事が多く、過酸化窒素のみの中毒を切り離して考えることは出来ないかも知れぬ。

扱、酸化窒素発生を左右する条件と云つても簡単でないが此処では限られた装置と条件の下で二三の爆薬に就いて実験を行つた。回数も少くバラッキも多い。又實際の坑道内の条件とは相当異なるかも知れぬが大凡の傾向が分れば幸である。

I 実験方法

前述の一酸化炭素分析に用いたボンベを使用し、試料30g若しくは60gを爆発又は燃焼させた後一定時間

放置し、常温の安定した状態になつた後水銀マンメーターにより圧力を測定し、計算によりガス量を算出する。而る後僅かにバルブを開き三本のガラス管(落球式粘度測定管)に入れた水の中を順次通過吸収させる。吸収は12~20時間掛り、斯る方法では之以上緩かに通過させても変化がない。従つて此の方法は大体の含有量を知る為に行つたもので、酸化窒素は共存する酸素によりことごとく過酸化窒素になり、又吸収も完全であつて而も理論通りに等量の硝酸イオン及び亜硝酸イオンが出来ていると云う假定がある。分析は斯くして生じた亜硝酸イオンをナフチールアミンとスルファニール酸による通常の比色法によつた。吸収は500ccの水を用い、ボンブ内に凝縮した水に溶解しているものは2lの水を用いて洗い出し別に定量した。

II 実験結果及びその考察

窒素の酸化物は酸化窒素の形で発生し爆薬中又は空気中の酸素で二次的に過酸化窒素となるものか、或は始めから過酸化窒素として発生するものであるか不明であるが、文献は殆ど酸化窒素の形をとつているので此処にも酸化窒素の%で表現することとする。分析値の有効数字に就いては比色の標準液が 10^{-4} ~ 10^{-5} %が見易い為之に試料を合せている關係上、1%であつても 10^{-3} であつても等しく有効数字一桁で四捨五入した。即ち濃い試料は適当に稀釈して比色を行い、出た数字を後で稀釈した倍数を掛けて求めたものである。実験条件を変化させる為に減圧下の爆発とか燃焼の如き不安定な反応をさせたので数字のバラッキが大き

爆発条件	包装条件	測定種目	新 桐		硝 ダ イ				硝 爆	
空中爆発	爆薬のみ 30 g	ガス量(l)	8.0	7.2	5.1	5.2	5.9	5.2	5.7	5.9
		NO %	0.2	0.2	0.03	0.6	0.2	0.4	0.05	0.5
	包装紙1.5g パラフィン3g附	ガス量(l)	19.6	19.8	18.5	14.0	-	-	14.7	-
		NO %	0.010	0.060	0.002	0.004	-	-	0.002	-
密閉爆発	爆薬のみ 新桐 50 g	ガス量(l)	-	-	-	-	-	-	-	-
		NO %	2	-	3	-	-	-	9	-
	爆薬30g 包装紙1.5g パラフィン3g	ガス量(l)	18.0	-	11.0	-	-	-	12.4	-
		NO %	0.006	-	0.01	-	-	-	0.01	-
減圧 16~17 m/m Hg 爆発	爆薬のみ 60 g	ガス量(l)	20.4	20.7	15.8	23.8	19.0	-	17.2	26.1
		NO %	0.003	0.003	0.002	0.002	0.01	-	0.001	0.02
	同上包装紙3g パラフィン6g	ガス量(l)	46.4	37.1	25.0	25.2	-	-	29.8	28.8
		NO %	0.005	0.005	0.004	0.02	-	-	0.02	0.003
空中燃焼	爆薬のみ 30 g	ガス量(l)	7.0	7.2	5.3	4.9	-	-	5.5	5.0
		NO %	4	8	0.02	1	-	-	0.008	0.1
	同上包装紙15g パラフィン3g	ガス量(l)	11.4	10.4	7.3	7.0	-	-	8.0	8.0
		NO %	0.2	0.3	0.2	0.7	-	-	0.2	0.5
減圧燃焼 12~15 %Hg	爆薬のみ 120 g	ガス量(l)	43.0	-	31.2	-	-	-	27.8	-
		NO %	0.7	-	0.9	-	-	-	1	-

* 印のみ爆薬 90 g

い。又ボンベ中に凝縮した水分にも変化があり、従つて此の中に溶解した量も変つてくるので、時間的に気相中と凝縮液中の溶解量との間に特別な関係は見出し難い。一酸化炭素の場合に比較して実験回数が少く相当掛け離れた数値も入っているが、実験の範囲内で結論をまとめると

(i) 一酸化炭素が多くなるような条件の下に於ては過酸化窒素の発生は少く、多量発生するような条件ではその逆になる。

(ii) 実際の発破に近い状態即ち密閉して仕事をさせ乍ら爆発させた場合は膠質爆薬よりも硝安の多い硝ダイ、硝爆の方が発生量が多い。

(iii) 其の場合は条件により異なり、殊に空中で燃焼させた場合などは新桐よりの発生量が多い。

(iv) 酸化窒素の発生量の多い条件は爆薬のみを密閉爆発させた場合及び空中で燃焼させた時であるが、何れも実験回数が少いので断言は出来ない。